

C. VIII
4

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA

VOL. V. NÚM 1

CÁLCULO DE LA LONGITUD GEOGRÁFICA

POR MEDIO DE LAS DISTANCIAS LUNARES; SU PASADO, SU
PRESENTE Y SU PORVENIR

POR EL ACADÉMICO

D. JOSÉ RICART Y GIRALT

Publicada en noviembre de 1904

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1904

MEMORIAS
DE LA
REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES
DE BARCELONA



TERCERA ÉPOCA

VOL. V. NÚM. 1

CÁLCULO DE LA LONGITUD GEOGRÁFICA
POR MEDIO DE LAS DISTANCIAS LUNARES; SU PASADO, SU
PRESENTE Y SU PORVENIR

POR EL ACADÉMICO

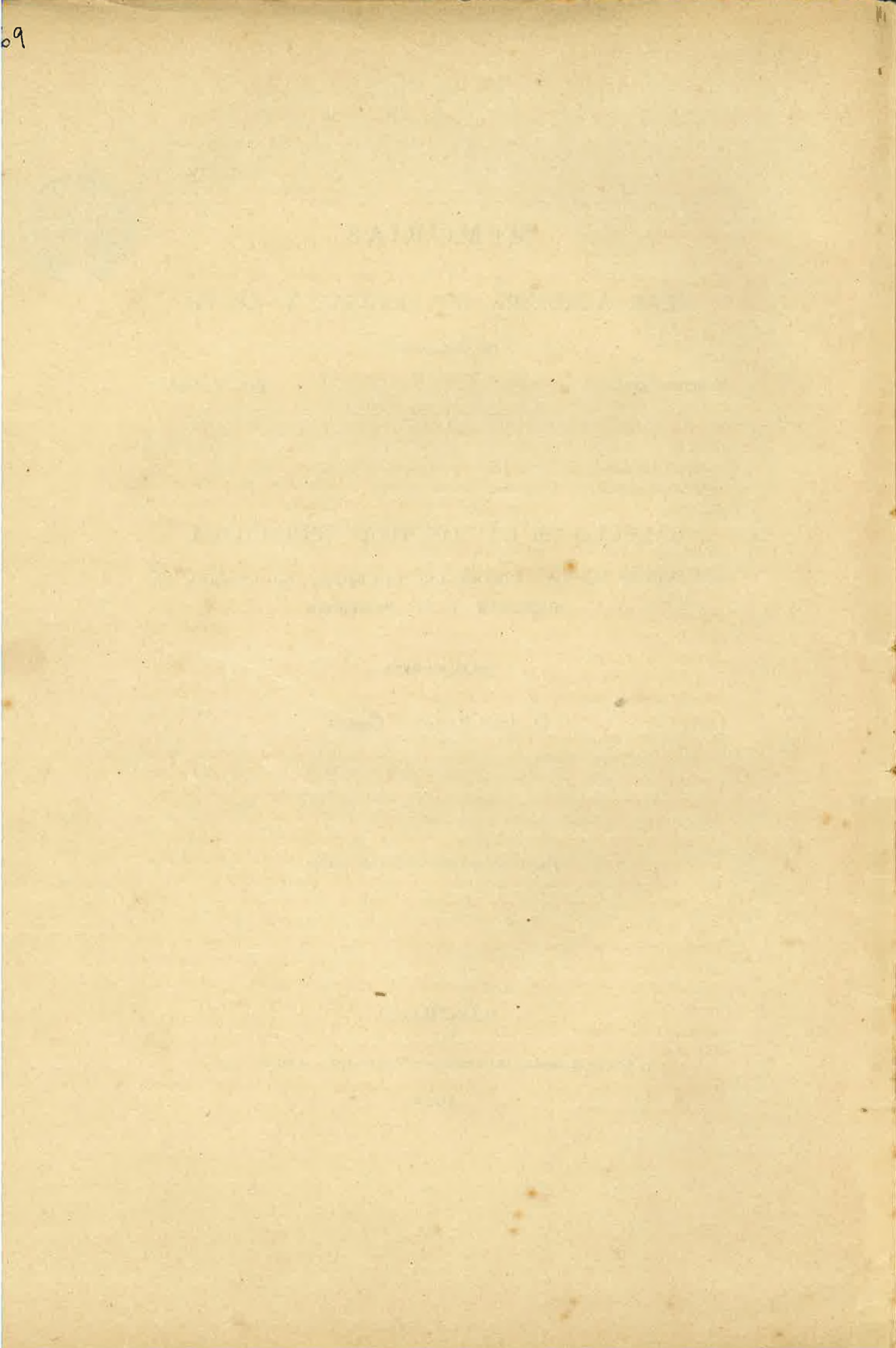
D. JOSÉ RICART Y GIRALT

Publicada en noviembre de 1904

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1904



CÁLCULO DE LA LONGITUD GEOGRÁFICA

POR MEDIO DE LAS DISTANCIAS LUNARES; SU PASADO, SU PRESENTE
Y SU PORVENIR

por el Académico

D. JOSÉ RICART Y GIRALT

Sesión del 30 de marzo de 1904

Bien sabido es, que la situación de un lugar sobre la superficie de la Tierra queda determinado por la intersección de las dos coordenadas que toman respectivamente el nombre de Meridiano y Paralelo y cuyos valores numéricos se llaman longitud y latitud. La determinación de esta segunda no ha presentado las dificultades de observación y de cálculo que la longitud.

Los navegantes de los tiempos de Colón y Magallanes observaban la altura de Polo con el instrumento llamado *Astrolabio*; de muy poca exactitud, no tan solo porque la graduación todo lo más aproximaba el medio grado, sino que también por las dificultades que presentaba el poder tener el instrumento sin movimiento alguno suspendido por su anillo. *

La Ballestilla facilitó la observación de la altura meridiana del Sol para el cálculo de la altura del Polo, y finalmente el instrumento de doble reflexión, llamado también octante, ó sextante; según sea el ángulo del sector, vino á dar la casi exacta solución del problema.

Es indudable que desde muy antiguos tiempos conocieron los marinos y geógrafos la manera de determinar la latitud por medio de instrumentos de los que solo nos han llegado noticias muy confusas y también determinaron esta coordenada geográfica con bastante exactitud por medio de *Gnomones*.

En cambio, la determinación aproximada de la longitud geográfica ha sido un problema poco menos que insoluble hasta hace poco tiempo, al menos para los navegantes. Los antiguos la determinaban por el camino andado, y como en esto hay grande error de estima, así salía la longitud. Por no conocer ninguna clase de *Sillómetro*, ó sea corredera como dicen los marinos, calculaban las distancias navegadas según el modo de entender de cada cual, y así lo expresa muy gráficamente Jaime Ferrer al determinar la línea de separación de los dominios de España y Portugal, á fin de cumplimentar la bula de Alejandro VI, dada en 4 de mayo de 1473. Consistía el problema en hallar la línea Norte-Sur ó meridiano situado 100 leguas al W de las islas de Cabo Verde, aumentadas en 370 leguas por el tratado de 7 de junio de 1494 entre ambas naciones. Ferrer propuso contar las 370 leguas partiendo con rumbo al W, con toda escrupulosidad por cinco pilotos españoles y otros cinco portugueses; pero añade: «Esta forma es incierta

y puede errar porqué no tiene fundamento sino de nudo y solo juicio y parecer de marineros.»

Tanto los viajeros por mar, como los viajeros por tierra, generalmente apuntaban en sus *itinerarios* más camino del que habían andado efectivamente, creyendo con esto adquirir más gloria, por resultar así el viaje con mayor importancia, además nada tienen de extraño que así sucediera sabiendo que los caminos se hacen largos cuando se presentan dificultades en recorrerlos y ciertamente que gran voluntad y fortaleza necesitaron nuestros antecesores por haber podido llevar á cabo navegaciones y viajes terrestres que en verdad parecen milagrosos.

A esto se debe que las costas de Cipango y Cattay se consideraran situadas mucho más al Oriente de lo que están en realidad; lo que unido á la creencia que se tenía de las dimensiones del Globo en tiempos de Colón, fué motivo para que éste se atreviera á buscar *Levante* por *Poniente*; pues que la medida de Ptolomeo admitida entonces, consideraba el círculo máximo de la Tierra en la razón de 29 á 40, con su valor verdadero. *

Dice el sabio marino y académico Mr. Guyou, que la idea de aplicar á la determinación de las longitudes la observación de las distancias de la Luna y del Sol á las estrellas de la zona zodiacal no ha podido menos de presentarse al espíritu de toda persona teniendo un verdadero concepto del problema de las longitudes, al mismo tiempo que de los caracteres de los movimientos celestes. En efecto: la Luna tiene un movimiento relativamente rápido en la esfera celeste, adelantando aproximadamente una hora diaria en el sentido de la ascensión recta; de manera que se acerca á unos astros y se aleja de otros con movimiento muy sensible.

Fácil es comprender que si desde dos puntos distintos se observa simultáneamente la distancia de la Luna á otro astro, la diferencia de horas locales correspondientes al instante en que se efectúa el fenómeno es igual á la diferencia de la longitud geográfica entre los dos lugares.

Pero por no tener instrumento apropiado para observar las *distancias lunares* y por la poca exactitud que tenían las tablas de las efemérides de nuestro planeta, el cálculo de longitud por *distancias lunares* fué imposible hasta la invención del sextante y cuando Tobías Mayer redujo los errores de la situación de la Luna á menos de un minuto á mediados del siglo XVIII.

Así es que los marinos y geógrafos buscaron la resolución del problema de la longitud por otros procedimientos. Los unos por la observación de los eclipses del Sol y de la Luna; otros por medio de la declinación magnética, invención de un tal Felipe Guillen, boticario de Sevilla, en 1525 lo que dió idea al célebre cosmógrafo Alonso de Santa Cruz para construir una carta marina de declinaciones magnéticas, y un instrumento semejante á una aguja azimutal. Sebastián Caboto propuso calcular la longitud por medio de la declinación del Sol.

El citado Santa Cruz propuso dar la longitud por las distancias de la Luna

con las estrellas fijas ó con los planetas, modificando un instrumento que construyó para estas observaciones Juan Vernerio, dando la coincidencia que en Alemania construyó un instrumento igual Pedro Apiano, llamado *Radio astronómico*. Seis años después, en 1534, Gemma Frison construyó otro instrumento análogo llamado *Anillo astronómico* y en su libro señala la necesidad de corregir las observaciones de los efectos de paralaje y de refracción.

Pero á pesar de tantas pruebas el problema de longitud quedaba sin resolver; falta que causaba grandes perjuicios á la navegación, que con los descubrimientos de Colón y Gamma, había tomado un gran vuelo. Felipe III de España en 1603 prometió seis mil ducados de renta perpétua al que descubriese el método para conservar la hora del puerto de salida con objeto de determinar la longitud. Los estados de Holanda en 1634 ofrecieron cien mil libras para el mismo objeto y en 1714 el Parlamento Inglés, instituyó para igual fin un premio de veinte mil libras esterlinas, lo que demuestra claramente el interés que concedían los gobiernos de las naciones marítimas á la determinación de esta coordenada geográfica.

Hasta mediados del siglo XVIII en que las tablas lunares ofrecían más exactitud, no se pensó en llevar á la práctica el cálculo de longitud por medio de esta clase de fenómenos celestes, y se debe al astrónomo inglés *Maskelyne* la fundación del *Nautical Almanac* que publicó desde su principio las distancias lunares para cada tres horas. *La Connaissance des Temps* para 1794 empezó también á publicarlas copiadas del almanaque inglés, hasta que, en 1789, la Academia de Ciencias de París dispuso que se calcularan directamente.

El primer método que se empleó para reducir la distancia aparente-central á distancia verdadera, fué el llamado trigonométrico, esto es, resolver los dos triángulos cuyos tres vértices son para el primero el cenit y los centros de los dos astros, suponiéndose vistos desde la superficie de la tierra, y para el segundo el cenit, y los centros de los dos astros considerados vistos desde el centro de la Tierra. Pero, teniendo en cuenta que los marinos mercantes de aquella época, como regla general, no poseían muchos conocimientos matemáticos; los astrónomos trataron de resolver el cálculo por métodos más sencillos; á este objeto dice el sabio Fr. Agustín Canellas, director que fué de la Escuela de Náutica de Barcelona, y antecesor nuestro en esta Real Academia de Ciencias en su libro de *Astronomía Náutica*. «Entre las muchas fórmulas publicadas con este objeto, »Delambre prefiere y elogia altamente la del Caballero Bordá y la del digno »español Mendoza; pero en consideración á que el método trigonométrico es el »más directo al paso que exactísimo, y de que todas las fórmulas inventadas no »son mas que, modificaciones del cálculo trigonométrico, parece que dicho sabio »está decidido á favor de este último método, pues á pesar de que algunas de las »mencionadas fórmulas, son un tanto más breves, al fin no es mucho lo que se

»gana; y conformándonos con el parecer de Delambre, resolveremos el problema »de la longitud por el método trigonométrico.»

En la marina mercante catalana ha dominado el método trigonométrico, preferido por Delambre, habiéndose aceptado por algunos capitanes el método de Bordá, conocido vulgarmente con el nombre de *método de los cosenos*. El método trigonométrico tiene la ventaja de no necesitar tablas especiales, en cambio el ingenioso método de Mendoza, requiere tablas voluminosas, y como que yo explico todo el curso de Astronomía y Navegación no usando más tablas logarítmicas que las de los *Senos y Tangentes*, he aquí porque sigo el mismo criterio de mi sabio antecesor el Padre Canellas, exigiendo á mis alumnos el conocimiento del método llamado trigonométrico para el cálculo de longitud por distancias lunares; esto no obstante les doy conocimiento de las tablas de *Mendoza* y de *Elfor*.

La *Connaissance des temps* para 1905, así como el almanaque del Observatorio de San Fernando para el mismo año suprimen las tablas de distancias lunares. El autor de esta innovación parece ser Mr. E. Guyou, sabio marino francés y miembro del Instituto y del «Bureau des Longitudes» fundándose para ello en que el cálculo de longitud por distancias lunares ha caído completamente en desuso con la introducción de los cronómetros á bordo y las travesías relativamente cortas que efectúan los modernos buques de vapor y en apoyo de su opinión cita un párrafo del *Wrinkles in practical navigation*, del capitán Lecky que dice que el cálculo de distancias es tan muerto como Julio César y que no resucitará jamás, por la sencilla razón de que no había necesidad de él.

Es bien claro, que el buque que lleva á bordo tres cronómetros superiores, bien observados é instalados con todas las condiciones que requieren tan sensibles máquinas no tendrán necesidad del cálculo de longitud por distancias lunares, pues teniendo los buques de dicha clase necesidad de entrar con frecuencia á puerto para rellenar las carboneras, las travesías son inferiores á 15 días y aunque los cronómetros presenten alguna irregularidad en sus movimientos respectivos, la discusión matemática de los valores de los tres cronómetros, da la hora del primer meridiano con la aproximación necesaria para un buen recalo. Pero yo pregunto: ¿cuántos buques mercantes hay que lleven tres cronómetros superiores, correctamente observados y bien instalados? quizás creereis señores Académicos que soy exagerado al decir que he visto pocos, pero muy pocos y bien podeis considerarme cierta autoridad en este asunto cuando he tenido á mi cargo durante un cuarto de siglo el Observatorio de cronómetros marinos.

Los veleros, como regla general llevan un solo cronómetro instalado en un camarote de popa. Los buques de vapor, algunos llevan un cronómetro; generalmente llevan dos y los menos llevan tres. La colocación de estos cronómetros como regla general no puede ser más desastrosa, pues van instalados en el «Cuarto de Derrota» situado á mucha altura sobre la cubierta alta, en donde se experimentan grandes cambios de temperatura, añadiéndose á esto tener á la otra parte del mamparo de proa el *Servo-motor* que siempre da sacudidas y por la par-

te de popa refleja alta temperatura el *Guarda-calor* de la chimenea; de manera que á pesar de ser las travesías cortas son excepción los buques que llevando tres cronómetros recalán con pequeña diferencia cronométrica. No hay que decir lo que pasa á los buques que solo llevan uno ó dos cronómetros, cuyos recalos se prestan á mucha incertidumbre.

El mismo Mr. Guyou, dice lo siguiente: «Es verdad que la navegación vélica »que parecía estar destinada á desaparecer rápidamente, ha tomado un nuevo »vuelo, y por consiguiente hay necesidad de contar aún con travesías de muchos »meses, al fin de los cuales los resultados de los cronómetros inspiran una des- »confianza muy natural, y por lo tanto los marinos desean poseer un medio de »comprobación al abrigo de las alteraciones á que están sujetos los aparatos me- »cánicos.»

Y tiene mucha razón el sabio marino francés, ya que muchas clases de cargamentos puedan transportarse con beneficio usando el motor que la naturaleza nos dá gratuitamente: este es el motivo de haberse desarrollado la marina de grandes veleros.

Dice Mr. Guyou, que el poco uso que se hace de distancias lunares no merece los sacrificios que representa el cálculo de las mismas y su publicación en los almanaques astronómicos; razón que no me convence, pues él se funda en el poco uso que hacían del cálculo que nos ocupa los transportes veleros de la Marina militar que iban á Nueva Caledonia, todos bien habilitados de cronómetros lo que no resulta en la Marina mercante como he dicho antes; además, los gobiernos no están en el caso de economizar el gasto que representa el cálculo de las distancias lunares, que no es mucho ciertamente, cuando se trata de la seguridad de la navegación, aunque el sacrificio solo aprovecha á pocos.

En verdad el cálculo de longitud por distancias lunares ha sido siempre poco usado; primero por la poca ilustración científica de los marinos, tanto que muchos de ellos no dominaban el cálculo y segundo porque usaban instrumentos de reflexión muy defectuosos. Luego hay que considerar que se necesita mucha práctica para observar distancias lunares y como querían obtener buenos resultados tomando solamente alguna distancia á largos intervalos de tiempo, esto no era posible, he aquí que desechaban el método por inútil.

Yo estoy en el caso de responder que en la Marina mercante catalana se usaba con bastante frecuencia en mis tiempos de navegación el cálculo de distancias lunares y eran bien conocidos los capitanes Estival, Mas, Codina y Buhigas, por tener círculo de reflexión y resolver á bordo de sus buques respectivos toda clase de cálculos astronómicos.

A mi me cupo la suerte de hacer mis dos primeros viajes con uno de aquellos marinos ilustrados, el capitán D. Estéban Sivilla, hermano del actual Sr. Obispo de Gerona y siempre en los dos cuartos lunares se tomaban distancias para el cálculo de la longitud particularmente cerca de los recalos, y tanto me practiqué en la observación de distancias lunares que llegué á obtener la coordenada geográfica

con errores cuasi siempre menores de 30 minutos de arco, que en nuestra latitud representa un error de $22 \frac{1}{2}$ millas. Siempre fuí un enamorado de este cálculo, continúo siéndolo y no descuido recomendarlo á mis alumnos enseñándoles el procedimiento que yo siempre seguí dándome buenos resultados y es el siguiente: Siempre tuve una preferencia por las distancias de la Luna á estrellas ó planetas con preferencia al Sol, así es que si tenía que observar la distancia á primeras horas de la noche, por la tarde calculaba la hora media del lugar por medio de una serie de alturas del Sol y luego deducía la hora para el momento de la observación de la distancia, teniendo en cuenta el intervalo cronométrico transcurrido desde la observación de la tarde y la diferencia de longitud contraída en dicho intervalo; tomaba una serie de tres ó de cinco distancias y calculaba las alturas, teniendo cuidado de introducir la latitud geocéntrica en vez de la geográfica y para mayor exactitud, estando en nuestro hemisferio, tomaba una serie de alturas de la Polar en el crepúsculo, que siempre me daban una latitud más exacta que la deducida desde la observación de la altura meridiana del Sol.

Si la observación de la distancia correspondía á las primeras horas de la madrugada, operaba de una manera análoga, dejando el cálculo en suspenso durante unas cuantas horas hasta poder observar una serie de alturas del Sol con el fin de calcular el horario.

Como he dicho antes, llegué á adquirir tanta práctica en esta clase de observaciones, que tenía la más completa confianza en sus resultados dentro de un límite prudencial de errores y cuidado que el instrumento de que hice uso durante mis doce años de navegación fué un sextante con graduación de marfil, cuyo *Nonius* aproximaba los 15 segundos; verdad es que era un buen instrumento con un antejo astronómico muy claro y lo tenía perfectamente estudiado.

No pueden Vds. figurarse Sres. Académicos la sorpresa y aun más, la tristeza, que experimenté al leer la Memoria de Mr. Guyou, anunciando que en *La Connaissance des temps* para 1905 se suprimirían las tablas de las distancias lunares; aumentando mi disgusto al enterarme que el Observatorio de Marina de San Fernando adoptaba el mismo criterio. Yo comprendo bien que con los instrumentos de reflexión que se usaban en otro tiempo la observación de las distancias lunares era muy poco exacta, pero hoy el astrónomo y el navegante tienen á su disposición preciosos instrumentos de mucha exactitud. He aquí lo que dice Mr. Dubois en su excelente tratado de «Navegation & Hydrographie»: «Este método es independiente de toda acción externa, y bien podemos decir que un buen observador »está seguro de tener una buena longitud por las distancias lunares; así como un »buen observador puede tener una mala longitud si solo dispone de un solo »cronómetro.» Yo añadido á lo dicho por Mr. Dubois que un buen observador frecuentemente tendrá una mala longitud aunque disponga de dos cronómetros por no saber cual de ellos es el que dá mejor resultado.

Temía ya verme obligado á borrar el cálculo de longitud por distancias lunares de mi programa de navegación, cuando nuestro sabio compañero el Sr. Con-

de de Cañete del Pinar, autoridad indiscutible como todos nosotros sabemos, en todo cuanto se refiere á los instrumentos de reflexión, publicó hace poco tiempo un sustancioso folleto titulado *De como se han de observar las distancias lunares*, que ha levantado mi decaído ánimo, pues muy bueno y legítimo debe ser mi enamoramiento por la observación y cálculo, objeto de estas líneas, cuando tiene un defensor de tan alto prestigio científico como el Sr. Conde de Cañete del Pinar.

Nuestro sabio Académico correspondiente discute en su folleto los muchos errores que afectan á la observación de las distancias lunares y recomienda un método nuevo llamado *de observaciones conjugadas* que consisten según dice el autor en dos distancias aparentes iguales de un mismo limbo de la Luna, el oriental ó el occidental, á dos astros que estén uno al Este y otro al Oeste, elegidas generalmente entre las que figuran en el *almanaque Náutico*, aunque no puedan observarse con corto intervalo y transcurran uno, dos ó más días entre una y otra observación siempre que se conserve invariable la alidada y resguardado el instrumento cuanto sea posible de toda perturbación capaz de alterar sus órganos esenciales. Pues, si el objeto es determinar el estado absoluto del cronómetro respecto al meridiano del *almanaque*, cada distancia dará uno de estos estados, y llevando ambos al mismo instante, con el auxilio del movimiento del Cronómetro que se supone conocido, se obtendrá por su concierto un estado absoluto libre de las influencias de los errores instrumentales y de lectura. Y si lo que se desea es la longitud de la nave, se reducirán ambas al mismo lugar, mediante la estima, y de su concierto se obtendrá la longitud, también despejada de las dichas influencias.

En otra parte de su folleto dice el Sr. Conde de Cañete del Pinar: «Con la mejora que se ha referido, siempre fácil en observaciones de tierra, y factible también en la mar, el problema de determinación de longitud por distancias lunares no es ya aquel piélago de grandes errores que descorazonaba al observador...»

En otra parte de su escrito dice nuestro sabio compañero: «Con tales resultados, parece que debe quedar sin valor alguno todo motivo que arguya á favor de la supresión de distancias lunares en las efemérides, y reforzados todos los poderosos argumentos que á dicha supresión se oponen muy principalmente, la obligación moral de acudir en auxilio del buque, que á causa de grandes errores en sus longitudes de estima y cronométrica, ó de la falta accidental de la última, navegue ciegamente hácia probable naufragio, del que podría librarse si tuviera á su disposición los medios necesarios para el cálculo de su longitud, por un par conjugado de distancias lunares.

En cuanto al explorador terrestre afecto á la Astronomía, deberá encontrar muy favorable esta observación de pares conjugados, que con solo el modesto sextante, sin necesidad de grandes instrumentos ni de observatorio portátil le proporcionará resultados de gran precisión.»

En la práctica de la navegación sería poco conveniente que entre las dos

observaciones conjugadas transcurriera más de un día, lo que no hay necesidad pues, casi siempre hay calculadas en las efemérides, distancias orientales y occidentales que alcanzan un mismo valor en un intervalo menor de 24 horas. (*)

Mr. Guyou para consolar á los marinos y geógrafos por la falta de publicación de las tablas de distancias lunares en la *Connaissance des temps*, expone un nuevo método que según su opinión es más ventajoso, pues dice que generalmente el marino escoje para la observación, distancias muy grandes lo que es condición desfavorable y en cambio cuando las distancias son pequeñas los dos astros parecen pegados uno al otro á pesar de temblar la mano; además los errores de observación debidos al instrumento crecen cuando aumenta el ángulo.

El método de Mr. Guyou que explica el Conde de Cañete del Pinar en su folleto y expone minuciosamente el distinguido profesor de la Escuela Naval Don Luis de Ribera en su *Tratado de Navegación*, no hay ninguna duda que es muy sencillo pero aumenta el trabajo de una manera sensible y como una de las objeciones que se han hecho al cálculo que nos ocupa que es muy trabajoso particularmente cuando hay que calcular las alturas de los dos astros, lo que debe recomendarse siempre en la mar para mayor exactitud de la longitud; resulta que la modificación que propone el sabio marino y académico francés en vez de estimular á los marinos, sospecho que los alejará aun más de lo que están hoy de la observación de las distancias lunares ya que el cálculo queda aumentado en 17 logaritmos además de las operaciones auxiliares. De la misma manera opina el sabio jesuita Rdo. Padre Ricardo Cirera, Director del Observatorio del Ebro.

Otra razón abona lo que digo, según mi entender, y es que conviene ser muy prudente en introducir alteraciones en los cálculos que domina el marino, teniendo en cuenta que el cuarto de derrota no es la tranquila Academia de Ciencias y, particularmente en los buques mercantes el piloto no tiene tiempo ni está su ánimo dispuesto á cálculos largos ni en adoptar alteraciones en los que tiene aprendidos y con mayor motivo si la modificación tiende al aumento de trabajo.

Estoy muy conforme con las siguientes palabras del Sr. Conde de Cañete del Pinar: «Si el *almanaque Náutico* persiste en no publicar las distancias lunares, habrá que recurrir al *Nautical Almanac* de Inglaterra ó á *The America Ephemeris* de los Estados Unidos, que es de creer continuen con su publicación.»

Estoy plenamente convencido que nuestro sabio consocio Sr. Conde de

(*) El sabio General de la Armada D. Gabriel Ciscar, fué un precursor de la feliz idea que ha tenido el Sr. Conde de Cañete del Pinar, pues que en su *Tratado de pilotaje*, publicado en los primeros años del siglo último dice lo siguiente: «Todavía es más exacto el promedio que resulta de las distancias tomadas »hácia uno y otro lado esto es, á estrellas orientales y occidentales, pues entonces se compensaran, ó »casi se compensarán los errores de rectificación falta de paralelismo de las superficies del espejo »mala contracción de la alidada, etc.

Don Gabriel Ciscar murió de Teniente General y Consejero de Estado habiendo sido *Regente de las Españas* y Vocal de la Comisión Internacional para el cálculo del valor del metro.

Cañete del Pinar ha prestado un gran servicio á la Astronomía Náutica con su ingeniosa idea de *Observaciones conjugadas*; y es de creer que la adoptarán los marinos ilustrados que posean un buen instrumento de reflexión.

Los almanaques astronómicos, entre ellos, el de San Fernando, publica unas efemérides, que hasta ahora no han sido de utilidad práctica para la marina mercante, pero, creo que no será lo mismo de hoy en adelante: me refiero á los eclipses de los satélites de Júpiter: En efecto para observar tal fenómeno se necesitaba un anteojo de un metro por lo menos de distancia focal, de difícil manejo con los movimientos del buque de manera que era verdaderamente imposible mantener el satélite en el campo del objetivo y determinar el instante del fenómeno. Pero el famoso instrumentista Zeiss, con sus preciosos *binocles* ó *monocles* prismáticos ha cambiado el aspecto del problema, pues que con un instrumento de menos de 200 gramos de peso y 130 m/m de longitud, se ven con la misma claridad los satélites de Júpiter, que con aquellos largos anteojos que he mencionado, de manera que con uno de estos *monocles* Zeiss, el marino puede conservar con toda comodidad una estrella en el campo del objetivo del instrumento.

Verdad es que no todas las inmersiones y emersiones de los satélites de Júpiter son observables para el marino, pues hay que tener en cuenta que gran número de estos fenómenos tienen lugar estando el Sol sobre el horizonte. Además, hay que descartar también las emersiones que son de difícil observación cuando el astro se presenta muy diminuto; pero aun con estos descuentos el almanaque de San Fernando, trae 48 inmersiones observables; y como que el cálculo de longitud geográfica es tan sencillo y de tan poco trabajo; por medio de estas observaciones, creo que vale la pena de utilizarlo é incluirlo en el programa de enseñanza náutica, como yo he hecho en el de la Escuela de Náutica de esta capital. Según tengo entendido la predicción de estos fenómenos que traen los almanaques, presentan algunos errores, que, no son de tanta cuantía para que la longitud resultante no pueda considerarse aceptable en la práctica de la navegación.

Otro cálculo de longitud geográfica se vislumbra en el horizonte y que es fácil sea práctico dentro poco tiempo. En efecto: las ondas herzianas se propagan con la misma velocidad, que las ondas luminosas, esto es, 300.000 kilómetros por segundo de tiempo; he aquí que, el día que en los cabos más salientes de las costas haya establecidos semáforos provistos de aparatos de telegrafía sin hilos, podrán telegrafiar la hora del primer meridiano á los buques dotados con apar-

tos análogos, y de una manera semejante también podrán cambiarse señales para la comprobación de la situación geográfica los buques provistos de los aparatos Marconi ú otros por el estilo, aunque naveguen á gran distancia uno de otro.

Y concluyo este trabajo diciendo que al marino y al explorador terrestre no hay que regatearles ninguna clase de facilidades para que puedan determinar su situación geográfica.



295

Museo Marítimo
BIBLIOTECA

COM 14-5

Nº del inventario 2955

Reg. 3911

26(4671

Ban) Mem

